

MRI用RF磁場抑制シートの撮像効果と画像影響の検討

北福島医療センター 放射線技術科 ○明珍 雅也 (Myochin Masaya)

丹治 一 八巻 智也 高橋 悠馬

医療法人社団豊智会AIC八重洲クリニック 小山 望

【目的】

MRI用RF磁場抑制シート(以下 RF抑制シート)は,撮像領域外にかかるRF波を抑えることで人体への負荷を軽減させるとともに,折り返しアーチファクトの原因に繋がる信号の抑制に効果があるとされている検査補助具である。

このRF抑制シートを,さまざまな条件下で使用した場合に予想されるRF信号の抑制効果と,画質への影響について検討した。

【方法】

RF送信コイル,受信コイル,RF抑制シートの位置関係におけるレシーブゲインの変化,および撮像対象物や抑制対象物に対する信号の変化について検討をおこなった。また,折り返しアーチファクトの事象を再現して,起因する信号の抑制能について検討をおこなった。

1. RF抑制シートとの位置関係による変化 (Fig.1)

①内臓Bodyコイル(送信),対象物,受信コイルの位置関係において,その間にRF抑制シートを配置。RF抑制シートの挿入によるレシーブゲイン変化と対象物の信号強度変化を測定。

②レシーブゲイン固定,信号の送受信を内臓 Bodyコイルとし,RF抑制シートと対象物の距離変化に伴う信号強度の変化を測定。

2. 折り返し信号の抑制 (Fig.6-7)

①折り返しアーチファクト事象を再現(位相方向: R-L,H-F)。折り返す信号域をRF抑制シートで覆い,抑制程度を検討。レシーブゲインは固定,送受信コイルは内臓Bodyコイル。

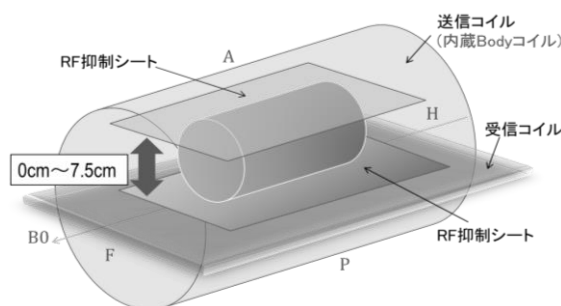


Fig.1 実験配置図(ゲイン変化・距離変化)

【使用機器・撮像条件】

使用装置はPhilips1.5Tと3.0T。RF抑制シートは株式会社ジェイ・トラスト製のMRI用電磁波抑制シート(炭素繊維主体、僅かにニッケルと銅を含有)を使用。対象物は硫酸銅溶液を封入したボトルファントムである。撮像方法・条件には高速SE法 (TR4000ms、TE90ms)を用いた。

【結果】

1. RF抑制シートとの位置関係による変化

①送信コイルと対象物の間に,RF抑制シートを配置(対象物に接して配置)した場合,レシーブゲインが58.5%に低下。また,対象物と受信コイルの間に配置した場合では6.6%まで低下した。さらに,双方にRF抑制シートを配置した場合ではほぼ0%に達した(Table 1)。

撮像エリア内にRF抑制シートを配置した結果,対象物を抑制対象物に見立てた場合には,対象物の信号は極めて大きく抑制されるが,RF抑制シートとの位置関係に応じて,レシーブゲインに影響を及ぼすことが分かった。この変化に伴って対象の信号にはリスケールが施され,画質と最大信号強度値には矛盾が生じた(Fig.2~Fig.5)。

Table 1 RF抑制シート配置による変化率

RF抑制シート位置	RG (%)	最大信号強度値
①RF抑制シートなし	100	1760
②送信側の遮断	58.5	1688
③受信側の遮断	6.6	2368
④送受信の遮断	0.001	2624

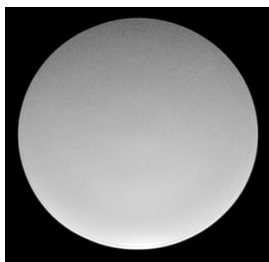


Fig.2 RF抑制シートなし



Fig.3 送信側の遮断

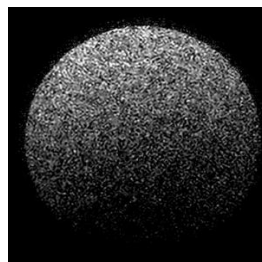


Fig.4 受信側の遮断

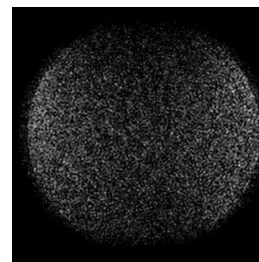


Fig.5 送受信の遮断

②対象物との距離変化に伴う効果・影響の検討では、対象物に接してRF抑制シートを配置した場合や、挟み込むように配置した場合、対象物の信号強度は60～80%低下した。また、対象物の形状に合わせて覆うようにRF抑制シートを配置した場合には、対象物の信号はほぼ消失した。一方、RF抑制シートと対象物との距離が7.5cm離れると、RF抑制シートの配置側で13～15%の信号低下、両方向の配置では対象物の平均信号は30%の低下に止まった。このことから、対象物を“抑制対象”に見立てた場合には、十分に密接して覆うことが必要と言える。逆に、対象物を“撮像対象”に見立て、それへの影響を及ぼさないようにするためには、撮像領域とRF抑制シートの距離を保って使用することが適当と言える。

2. 折り返し信号の抑制

折り返しアーチファクト事象を再現し、RF抑制シートで撮像エリア外にある物質を覆うことで、位相方向R-Lの折り返しアーチファクトの低減が確認できた(Fig. 6)。また、撮像対象に対する信号の変化(影響)はほぼみられなかった(参考:折り返しアーチファクトの原因に繋がる信号の抑制能について事象を再現して検討した場合におけるレシーブゲインの変化は10～15%程度であった)。しかし、ガントリ開口部にあたる頭足方向(H-F)を位相方向として事象を検証した場合、抑制傾向は見られるものの、十分な折り返しアーチファクトの抑制には至らなかった(Fig. 7)。このことから、折り返しアーチファクトの抑制効果には方向依存があることが分かった。

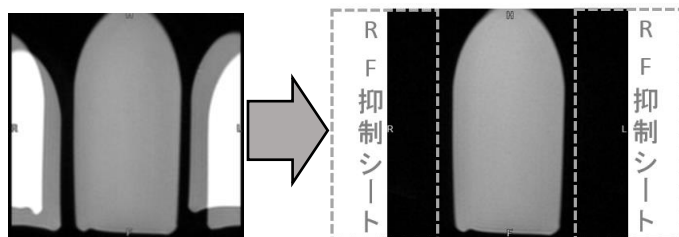


Fig.6 R-L折り返し信号の抑制効果
折り返しの信号は抑制され、撮像対象に対する信号影響はみられない。

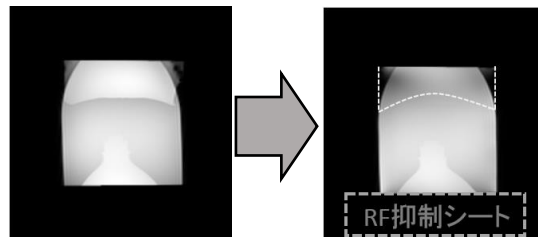


Fig.7 H-F折り返し信号の抑制効果
折り返しの信号低下はみられるものの、完全な抑制効果には至っていない。

【考察】

今回の検討では、一つの実験対象を撮像対象と抑制対象の両方に見立てて検証を行った。撮像エリア内にRF抑制シートを設けた場合には、送信・受信コイルとの位置関係によってレシーブゲインに変化が生じる。特に受信コイルを塞ぐような配置では極めて大きな変化を確認した。レシーブゲインの変化は、送信出力にも影響を及ぼすことが懸念されることから、撮像エリア内にRF抑制シートを設ける場合には送信・受信コイルとの位置関係に注意をはらう必要があるものと考えられる。

位相方向の折り返しが懸念される領域、即ち、撮像エリア外でRF抑制シートを活用する場合には、撮像対象物への影響も少なく、効率的に信号抑制が可能であった。(ゲイン変化も比較的小さかった) 折り返しの方向性と、シートで被うことが出来る形状に留意して用いることで、有効な折り返し抑制手段となるものと考えられる。

【結語】

RF磁場抑制シートは、RFパルスの遮断効果が非常に高いものであるため、目的・用法を守って使用することが必要である。